

تأثیر سناریوهای مختلف مدیریت کاربری اراضی بر میزان فرسایش خاک با استفاده از مدل USLE و GIS در آبخیز سد یامچی اردبیل

حسین طالبی خیاوی^۱، محسن ذبیحی^۲ و رئوف مصطفی زاده^{۳*}

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۷/۲۳؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۷/۱۲)

چکیده

حفاظت خاک مؤثر نیازمند یک مدل و چهارچوب مناسب در ارزیابی فرسایش خاک سناریوهای کاربری اراضی است. مدل USLE با هدف پیش بینی واکنش سناریوهای مناسب کاربری اراضی در کاهش تولید رسوب بالادست سد یامچی (۷۴۷ کیلومتر مربع) در غرب اردبیل مورد استفاده قرار گرفت. علاوه بر وضعیت موجود، هفت سناریوی مدیریت کاربری اراضی براساس الگوی استفاده از اراضی در محیط GIS تهیه شد. سپس داده‌های ورودی براساس داده‌های زمینی، کاربری اراضی و داده‌های مشاهداتی تهیه شد. براساس نتایج مدل، مقدار فرسایش در سناریوی مبنا برابر ۳/۹۲ تن در هکتار در سال است. در این راستا می‌توان با انجام عملیات حفاظتی در اراضی دیم و شیب‌دار و تنها با اجرای سناریوی ۵ (حفاظت خاک در اراضی دیم با کشت تراز- باقی گذاشتن بقایای گیاهی پس از برداشت) فرسایش را از مقدار ۳/۹۲ به ۲/۰۲ تن در هکتار در سال کاهش داد. کم‌ترین مقدار کاهش فرسایش مربوط به حفاظت خاک در اراضی آبی مربوط به سناریوی ۶ (حفاظت خاک در اراضی زراعی آبی با بقایای گیاهی) و بیشترین مقدار کاهش فرسایش در اثر اجرای عملیات مدیریتی مربوط به اجرای سناریوی ۷ (حفاظت بیولوژیکی خاک در اراضی آبی و دیم) می‌باشد. نتایج حاکی از قابلیت چهارچوب مبتنی بر سناریو و ارزیابی اثرات سناریوهای مدیریتی بر کاهش رسوب ورودی به سد و اولویت‌بندی عملیات حفاظت خاک در منطقه مورد مطالعه است.

واژه‌های کلیدی: تولید رسوب، حفاظت خاک، عامل پوشش گیاهی، مدل‌سازی فرسایش، معادله جهانی فرسایش خاک

۱. گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس

۲. گروه مهندسی آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس

۳. گروه منابع طبیعی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی

*: مسئول مکاتبات: پست الکترونیکی: raofmostafazadeh@uma.ac.ir

مقدمه

امروزه فرسایش خاک و تولید رسوب در حوضه‌های آبخیز از معضلات مهم زیست‌محیطی به‌شمار می‌روند و جلوگیری از بروز آن از مهم‌ترین عوامل برای حفاظت منابع طبیعی محسوب می‌شود (۶، ۲۲). افزایش هدررفت منابع خاک در حوضه‌های آبخیز با افزایش بهره‌برداری از منابع طبیعی و کشت ناپایدار در اراضی شیب‌دار روز به روز در حال افزایش است (۶، ۲۷). کشت بدون عملیات کنترلی و همچنین استفاده بدون برنامه‌ریزی از زمین در کنار شهرسازی، جنگل‌زدایی و کشاورزی ناصحیح از عوامل اساسی فرسایش خاک ناشی از سوء مدیریت خاک توسط انسان است (۱۵، ۱۸). با توجه به پیامدها و اثرات سوء ناشی از تخریب و فرسایش در حوضه‌های آبخیز، شناسایی مناطق فرسایشی از اهمیت به‌سزایی در تدوین برنامه مدیریت منابع خاک و آب در راستای توسعه پایدار برخوردار است (۲۸، ۳۵). از طرفی مدل‌سازی فرسایش خاک و پیامدهای آن‌ها نقش مهمی در مدیریت منابع طبیعی ایفا می‌کند (۱۵). کمبود اطلاعات دقیق از میزان فرسایش خاک در ایران، تفاوت بین مشاهدات و مقادیر برآوردی و همچنین عدم اندازه‌گیری دراز مدت میزان فرسایش خاک از عوامل مهم نبود اعداد قابل اعتماد در خصوص میزان فرسایش خاک در کشور می‌باشد که استفاده از مدل‌های فرسایش و رسوب را اجتناب‌ناپذیر می‌نماید (۲۵). پژوهش‌های متعدد در استفاده از مدل‌های فرسایش خاک برای تعیین مناطق حساس به فرسایش و تعیین نقش عوامل مؤثر در میزان فرسایش خاک انجام شده است. در این راستا برات و همکاران در بررسی اثر تغییر کاربری اراضی بر فرسایش سالانه، بر آسیب‌پذیری مناطق بالادست تأکید نمودند (۲۱). شی و همکاران خطر فرسایش خاک با مدل RUSLE و GIS در خاورمیانه و پایین‌دست رودخانه Hanging را ارزیابی نمودند و نتیجه گرفتند که وقوع فرسایش شدید عمده‌تاً در اراضی شیب‌دار و پایین‌دست است (۳۸). بنزر در پژوهشی فرسایش خاک با استفاده از GIS و RS را ارزیابی نمودند و دریافتند که اراضی شیب‌دار و لخت جزء

مناطق بسیار فرسایش‌پذیر بوده است (۱۷). ایشان مدل‌سازی فرسایش خاک با کمک GIS را پیشنهاد کرده و آن را مفید دانستند. پراساناکومار و همکاران در تحلیل میزان فرسایش خاک در یک زیر حوضه کوهستانی در Kerala هند با استفاده از مدل RUSLE و GIS نشان دادند که نقشه فرسایش تهیه شده با روش مذکور می‌تواند به‌عنوان ورودی مؤثر در استخراج استراتژی برای برنامه‌ریزی مدیریت زمین در مناطق کوهستانی باشد (۳۴). کوک و همکاران با هدف بررسی عوامل مدیریت زراعی و اراضی در مدل USLE در میزان تله‌اندازی رسوب در رودخانه Santubong به این نتیجه رسیدند که درصد کل رسوبات معلق با کاهش مقدار عامل مدیریت اراضی افزایش می‌یابد و کشت‌نوازی روی خطوط تراز و تراس‌بندی بهترین عملیات حفاظت خاک هستند (۳۰). کراتیک کومار و همکاران با هدف ارزیابی فرسایش‌پذیری خاک در Kothagir Taluk استفاده از مدل RUSLE و تحلیل مکانی به این نتیجه رسیدند که مناطق پرشیب و دارای باران‌های موسمی شدید جزء مناطق حساس به فرسایش هستند (۲۹). آمسالو و منگاو مقدار فرسایش خاک با استفاده از مدل RUSLE و GIS در حوضه Jabi Tehinan Woreda اتیوپی را برآورد کردند (۱۵). ایشان نشان دادند که مناطق پرشیب زمین‌های لخت و رودخانه‌ها مقدار فرسایش زیادی را به خود اختصاص می‌دهند. همچنین، پژوهش و همکاران در مطالعه‌ای با هدف بررسی اثر کاربری‌های اراضی مختلف حوضه سد زاینده‌رود علیا در تولید رسوب با استفاده از GIS به این نتیجه رسیدند که بیشترین مقدار هدررفت خاک و تولید رسوب در حوضه مورد مطالعه از کاربری‌های مرتع متراکم و بیشه و بوته‌زارهای موجود در واحد فیزیوگرافی کوه خاکی می‌باشد (۴). رخبین و همکاران با هدف برآورد میزان فرسایش خاک و تولید رسوب در حوضه آبخیز لاور فین با استفاده از RS، GIS و مدل RUSLE دریافتند که مناطق با خطر فرسایش خیلی زیاد شامل مناطق موجود در قسمت‌های میانی حوضه، دارای شیب تند هستند (۶). فتحی‌زاد و همکاران در برآورد میزان فرسایش و رسوب در حوضه آبخیز

اطراف منطقه مورد مطالعه کوهستانی بوده و بخش مرکزی آن دشت آبرفتی است. قدیمی‌ترین واحدهای چینه‌شناسی مربوط به آندزیت‌های ائوسن بوده و به‌عنوان مجموعه آتشفشانی حد واسط، طی پالئوژن فوران کرده و در اثر فعالیت‌های تکتونیکی حوضه‌های رسوبی بسته‌ای را ایجاد نموده است. رسوبات آن عمدتاً مارنی- ماسه‌سنگی همراه با لایه‌های آتشفشانی و میان لایه‌های گچ می‌باشد. در قسمت‌های کم ارتفاع نیز رسوبات دوران کواترنر و پادگانه‌های آبرفتی جوان را می‌توان نام برد (۳، ۸). به‌منظور محاسبه میزان فرسایش خاک از مدل USLE به‌علت تناسب و تأیید صحت آن در شرایط بسیاری از آبخیزهای ایران استفاده شده است. در مدل USLE، مقدار پارامترهای K (فرسایش‌پذیری خاک)، L (طول شیب) و S (درجه شیب) برای یک منطقه مشخص، ثابت هستند و پارامترهای R، C و P به ترتیب تحت تأثیر خصوصیات بارش، پوشش گیاهی و عملیات مدیریتی متغیر هستند که می‌تواند به‌منظور ارزیابی اثرات تغییر اقلیم (ویژگی‌های بارندگی) و فعالیت‌های انسانی مورد استفاده قرار گیرد. همچنین حساسیت شدت فرسایش خاک به تغییرات کاربری اراضی بیشتر از تغییرات اقلیمی است (۳۹) و در نتیجه مدل USLE می‌تواند به‌منظور ارزیابی اثر عملیات مدیریتی حفاظت خاک به‌کار گرفته شود (۳۳). در ادامه لایه‌های مورد استفاده تهیه شد که مراحل انجام کار در زیر ارائه شده است.

عامل فرساینده‌ی باران (R)

به‌منظور بررسی اثر عامل اقلیمی بر مقدار فرسایش خاک از روش ویشمایر و اسمیت (۴۰) به‌سبب جامعیت بین‌المللی و مبنای استاندارد (۵) استفاده شد. بدین‌منظور با استفاده از آمار باران‌نگاری ثبت شده در ایستگاه باران‌سنجی نیر در دوره آماری مطالعاتی، حداکثر شدت بارندگی پیوسته ۳۰ دقیقه‌ای رگبارهای موجود استخراج شد. سپس مقدار انرژی جنبشی هر رگبار محاسبه و با ضرب دو مقدار مذکور، مقدار عامل فرساینده‌ی باران با استفاده از رابطه ویشمایر و اسمیت (روابط ۱ و ۲)

دویرج استان ایلام به این نتیجه رسیدند که اندازه‌گیری با استفاده از تکنیک‌های RS و GIS می‌تواند برای ارزیابی و محاسبه میزان فرسایش خاک و رسوب در مدل USLE مفید باشد (۲۵). براساس نتایج حاصل از مطالعه فاضل دولت‌آباد، منشأ اصلی فرسایش خاک در آبخیز بالادست سد یامچی، سازند حساس زمین‌شناسی و بهره‌برداری مفرط و غیراصولی در آبخیز است (۱۰). لذا ارائه راهکارهای مدیریت فرسایش به‌منظور افزایش عمر مفید سد یامچی ضروری است. با جمع‌بندی سوابق پژوهش‌های مرتبط و با توجه به اهمیت سد یامچی در تأمین آب شرب شهر اردبیل و آبیاری اراضی پایین‌دست، پژوهش حاضر با هدف ارزیابی میزان فرسایش خاک و تولید رسوب در آبخیز سد یامچی در استان اردبیل با استفاده از مدل USLE و GIS برنامه‌ریزی شده است. در این راستا، مقدار فرسایش و رسوب حاصل از سناریوهای مختلف مدیریتی با اجرای عملیات کاهش فرسایش، شبیه‌سازی شده و با یکدیگر مورد ارزیابی و مقایسه قرار می‌گیرد.

مواد و روش‌ها

حوضه آبخیز سد یامچی به‌عنوان منطقه مطالعاتی با مساحتی حدود ۷۴۷ کیلومتر مربع در استان اردبیل در موقعیت جغرافیایی $38^{\circ} 5' \text{ تا } 44^{\circ} 44'$ طول شرقی و $37^{\circ} 52' \text{ تا } 13' 38'$ عرض شمالی قرار گرفته است. منطقه مورد مطالعه در ۳۵ کیلومتری اردبیل و ۲۰ کیلومتری سرعین واقع شده است. حداکثر و حداقل ارتفاع از سطح دریا در حوضه آبخیز سد یامچی به ترتیب ۴۳۰۰ و ۱۵۰۰ متر بوده و حداقل و حداکثر مقدار بارندگی در منطقه مورد مطالعه نیز طبق آمار ایستگاه باران‌سنجی یامچی به ترتیب برابر با ۱۹۰ و ۷۸۴ میلی‌متر گزارش شده است (۹). شیب متوسط منطقه مورد مطالعه ۱۲ درصد است و در مناطق شیب‌دار حدود ۶۰ درصد می‌باشد. متوسط بارندگی سالانه در منطقه ۳۵۰ میلی‌متر و میانگین دمای سالانه ۷ درجه سانتی‌گراد است. اراضی دیم، آبی، باغ و مراتع نیز کاربری اراضی حوضه آبخیز سد یامچی را تشکیل می‌دهند.

جدول ۱. مقادیر عامل فرسایش پذیری خاک (K) براساس بافت خاک

K	وضعیت خاک	K	وضعیت خاک
۰/۴۲	لومی با ماسه بسیار ریز	۰/۱۶	ماسه‌ای
۰/۴۸	سیلت لومی	۰/۴۲	ماسه‌ای نرم
۰/۲۵	سیلتی رسی	۰/۳۷	لومی
۰/۵	سطحی با پوشش سنگریزه‌ای	۰/۱۲	لومی شنی
۰/۱	اراضی مقاوم به فرسایش	۰/۳۷	لومی رسی

برای تهیه آن از دستورالعمل‌های موجود در نرم‌افزار ArcGIS استفاده شد. در ابتدا جهت جریان آب با استفاده از دستور Flow Direction و الگوریتم DA به‌دست آمده و سپس نقشه تجمعی جریان آب از اتصال مسیر هر سلول به سلول دیگر و از روی نقشه Flow Direction محاسبه شد. رابطه مورد استفاده برای عامل طول و درجه شیب به‌صورت رابطه (۳) است (۴، ۱۵، ۱۶).

$$LS = \text{Pow} \left(\left(\text{FlowAccumulation} \right) * \frac{\text{CellSize}}{22/1,0/6} \right) * \text{Pow} \left(\text{Sin}(\text{Slope}) * \frac{0/01745}{0/09,1/3} \right) \quad [3]$$

عوامل مدیریت زراعی و عملیات حفاظتی (P, C)
ابتدا نقشه کاربری اراضی از اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان اردبیل اخذ شد و سپس با استفاده از Google Earth اصلاح شد. پس از بررسی و اصلاح نقشه کاربری اراضی توسط Google Earth، با توجه به شرایط دسترسی نقاطی به‌منظور بازدید صحرایی و تأیید نهایی نقشه مشخص و انجام شد. سپس عامل مدیریت زراعی در آبخیز سد یامچی براساس نقشه کاربری اراضی و پوشش گیاهی منطقه به‌دست آمد (جدول ۲). عامل مدیریت اراضی نیز با توجه به عدم وجود و مشاهده هرگونه اقدام حفاظت خاک در منطقه مورد مطالعه برابر با یک در نظر گرفته شد (۱۹، ۲۶، ۳۰، ۳۲).

تهیه منحنی سنجه رسوب

پس از جمع‌آوری و اخذ داده‌های متناظر دبی رسوب-دبی

به‌دست آمد (۶).

$$E = 210/3 + 89/\sqrt{\text{Log}I_i} \quad [1]$$

$$R = \frac{\sum_{i=1}^n E_i I_i^{r_0}}{100} \quad [2]$$

که، E انرژی جنبشی رگبار برحسب تن‌متر بر هکتار به‌ازای یک سانتی‌متر باران (از گام زمانی ۱ تا n) و I_i شدت بارندگی عامل فرسایش باران به تن‌متر سانتی‌متر بر هکتار ساعت و I_{r_0} حداکثر شدت ۳۰ دقیقه‌ای پیوسته رگبار به cm/hr می‌باشد (۵، ۱۳).

عامل فرسایش پذیری خاک (K)

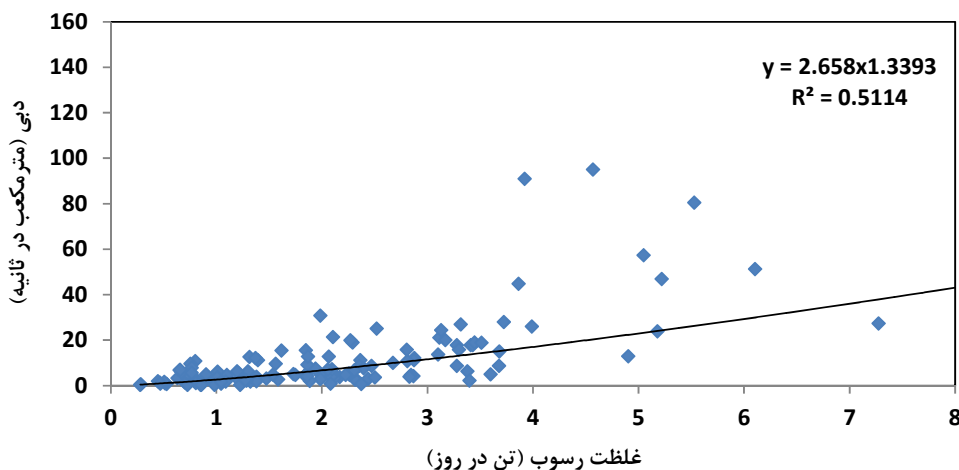
به توانایی مقاومت خاک در مقابل عامل فرسایش‌پذیری خاک گفته می‌شود. در واقع عامل فرسایش‌پذیری خاک بیان‌گر قابلیت جدا شدن و حمل خاک توسط بارش و رواناب می‌باشد (۴). عامل فرسایش‌پذیری خاک بین ۰/۷ برای خاک‌های شکننده تا ۰/۰۱ برای خاک‌های بسیار پایدار متفاوت است (۲۴). در پژوهش حاضر با توجه به در دسترس بودن نقشه بافت خاک منطقه مطالعاتی و براساس جدول (۱)، مقدار عامل فرسایش‌پذیری خاک در هر یک از واحدهای همگن به‌دست آمد (۱ و ۶).

عوامل طول و درجه شیب (S, L)

به‌منظور تهیه نقشه‌های طول و درجه شیب در منطقه مطالعاتی از نقشه مدل رقومی ارتفاع استفاده شد. طول شیب، مسیر جریان آب از نقطه شروع رواناب تا خروجی حوضه است که

جدول ۲. استخراج ترکیبی مقادیر عامل مدیریت زراعی براساس نقشه کاربری اراضی

کاربری اراضی	عامل مدیریت زراعی	توضیحات
زراعت آبی	۰/۱	کشت یونجه و گندم آبی در اراضی کم شیب و مسطح
زراعت دیم	۰/۳	کشت گندم دیم، نخود و عدس در اراضی شیب دار به صورت تناوبی
مرتع فقیر	۰/۲۴	مراتع ضعیف، اراضی رها شده در مناطق شیب دار با امکان وقوع فرسایش بالا، مراتع حریم روستاها
مرتع متوسط	۰/۱۲	مراتع میان بند در شیب های متوسط و بالا، پوشش گیاهان بوته ای و علفی
مرتع خوب	۰/۰۱	مراتع خوب با پوشش علفی و گیاهان بوته ای در شیب های متوسط و بالا
باغ	۰/۰۱	درختان مثمر در اراضی مسطح و یا در ترکیب با کشت یونجه و زراعت آبی به صورت اگروفارستی



شکل ۱. منحنی نمایی سنجه رسوب براساس داده های مشاهداتی در ایستگاه سد یامچی اردبیل

به دست آمده، مقدار دبی جریان روزانه طی دوره مطالعاتی در معادله مربوطه قرار داده شد و مقدار رسوب در هر روز محاسبه شد. سپس با جمع نمودن مقدار رسوب روزانه، مقدار رسوب سالانه در حوضه آبخیز سد یامچی به دست آمد. در پژوهش حاضر جهت تعیین مقادیر فرسایش و رسوب از نسبت تحویل رسوب (SDR) ارائه شده در رابطه (۵) استفاده شد (۳، ۱۲). تخمین دقیق مقدار نسبت تحویل رسوب نیازمند استقرار پلات های آزمایشی و استفاده از فنجان های پاشمان می باشد. روش های مختلف ارائه شده نتایج متفاوتی ارائه می دهند، لذا با توجه به آمار رسوب مشاهداتی ایستگاه مورد مطالعه و ارزیابی روش های مختلف محاسبه نسبت تحویل رسوب، روش مذکور به عنوان روش مناسب تشخیص داده شد (۲، ۱۲). رابطه مذکور

جریان در ایستگاه هیدرومتری سد یامچی از سازمان آب منطقه ای استان اردبیل، منحنی سنجه رسوب تهیه شد. بدین منظور پس از تهیه روابط خطی، لگاریتمی، نمایی، توانی در محیط نرم افزار Excel، رابطه توانی برای محاسبه مقدار رسوب تولیدی براساس حداکثر مقدار R^2 و اطمینان از معنی داری آن، به عنوان بهترین رابطه انتخاب شد (شکل ۱). رابطه سنجه رسوب به دست آمده در حوضه آبخیز مطالعاتی که در آن دبی رسوب به دبی جریان عبوری در ایستگاه مورد نظر ارتباط داده می شود، به صورت رابطه (۴) می باشد (۱۱، ۱۲).

$$Q_a = 2/658 Q_w^{1/3393} \quad [4]$$

در رابطه فوق Q_a مقدار رسوب تولیدی و Q_w مقدار دبی جریان می باشند. در این پژوهش با استفاده از منحنی سنجه

جدول ۳. سناریوهای مدیریت پوشش گیاهی و کاربری اراضی با هدف حفاظت خاک در آبخیز سد یامچی

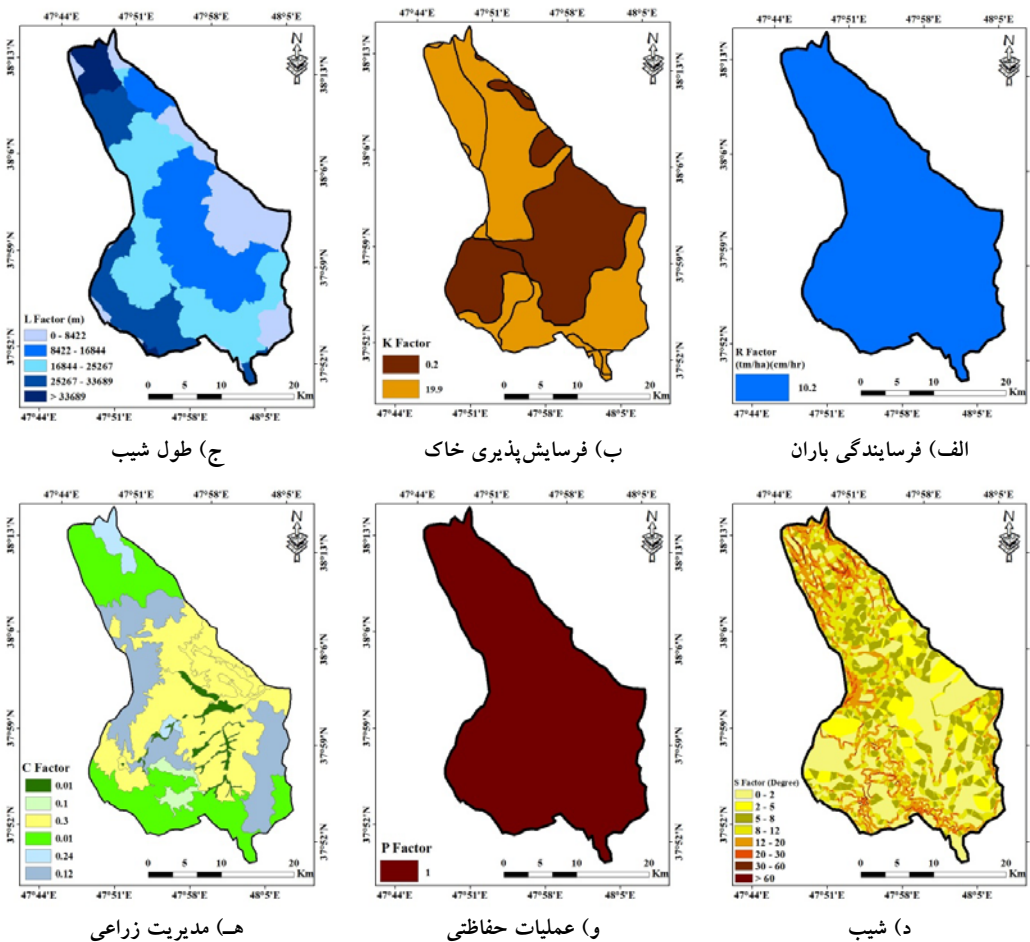
سناریوی مدیریتی	توضیحات	عامل	زراعت آبی	زراعت دیم	مرتع خوب	مرتع ضعیف	مرتع متوسط	باغ
وضعیت موجود	شرایط فعلی	C	۰/۱	۰/۳	۰/۰۱	۰/۲۴	۰/۱۲	۰/۱
		P	۱	۱	۱	۱	۱	۱
سناریو ۱	احیاء مرتع ضعیف	C	۰/۱	۰/۳	۰/۰۱	-	۰/۱۲	۰/۱
		P	۱	۱	۱	-	۱	۱
سناریو ۲	احیا مرتع متوسط	C	۰/۱	۰/۳	۰/۰۱	۰/۲۴	-	۰/۱
		P	۱	۱	۱	۱	-	۱
سناریو ۳	احیا مرتع ضعیف و متوسط	C	۰/۱	۰/۳	۰/۰۱	-	-	۰/۱
		P	۱	۱	۱	-	-	۱
سناریو ۴	تبدیل اراضی کم بازده و اراضی دیم شخم خورده به مرتع متوسط	C	۰/۱	۰/۳	۰/۰۱	۰/۲۴	۰/۱۲	۰/۱
		P	۱	۱	۱	۱	۱	۱
سناریو ۵	حفاظت خاک در اراضی دیم با کشت تراف- باقی گذاشتن بقایای گیاهی پس از برداشت	C	۰/۱	۰/۳	۰/۰۱	۰/۲۴	۰/۱۲	۰/۱
		P	۱	۰/۱۲	۱	۱	۱	۱
سناریو ۶	حفاظت خاک در اراضی آبی با بقایای گیاهی	C	۰/۱	۰/۳	۰/۱	۰/۲۴	۰/۱۲	۰/۱
		P	۰/۵	۱	۱	۱	۱	۱
سناریو ۷	حفاظت خاک در اراضی آبی و دیم	C	۰/۱	۰/۳	۰/۰۱	۰/۲۴	۰/۱۲	۰/۱
		P	۰/۵	۰/۱۲	۱	۱	۱	۱

به صورت زیر می باشد:

$$[5] \quad SDR = 0.332A^{-0.2236}$$

که در آن A مساحت حوضه به کیلومتر مربع می باشد. با در نظر گرفتن تنوع کاربری اراضی و امکان کاهش فرسایش با استفاده از روش های مدیریت پوشش و کشاورزی حفاظتی، از رویکرد مبتنی بر سناریو برای تدوین سناریوهای ممکن کاربری اراضی بهره برده شد. در ادامه براساس شرایط منطقه مورد مطالعه و همچنین وضعیت کاربری اراضی، علاوه بر سناریوی وضعیت موجود، تعداد هفت سناریوی دیگر با هدف بهبود عامل مدیریت گیاهی و حفاظت خاک در برابر فرسایش تدوین شد (۲۳، ۳۶). با توجه به اینکه مقدار پارامترهای K (فرسایش پذیری خاک)، L (طول شیب) و S (درجه شیب) در یک منطقه مشخص در مدل USLE در کوتاه مدت تغییر نمی کنند و نیز پارامتر R تحت تأثیر خصوصیات بارندگی است، لذا می توان برای ارزیابی اثرات فعالیت های کشاورزی و

حفاظت خاک، از تغییر پارامترهای C و P استفاده نمود. لذا براساس کاربری اراضی منطقه و نیز استفاده از جدول ترکیبی، مقادیر C و P برای هر نوع کاربری اراضی استخراج و در محاسبه فرسایش با مدل USLE مورد استفاده قرار گرفت. مشخصات سناریوهای مدیریت پوشش گیاهی و کاربری اراضی با هدف حفاظت خاک در آبخیز سد یامچی در جدول (۳) ارائه شده است. مقدار فرسایش خاک در هر یک از سناریوها با استفاده از مدل USLE تعیین شد و مقدار فرسایش در هر کاربری اراضی و نیز در هر سناریوی مدیریتی محاسبه شد. پس از تهیه نقشه عوامل فرسایش در مدل USLE، در محیط GIS نقشه فرسایش خاک منطقه مطالعاتی تهیه شد. با توجه به تنوع کاربری اراضی و امکان کاهش فرسایش با استفاده از روش های مدیریت پوشش و کشاورزی حفاظتی، از رویکرد مبتنی بر سناریو برای تدوین سناریوهای ممکن کاربری اراضی استفاده شد. در ادامه مقدار فرسایش خاک با ابعاد سلولی ۲۰ در ۲۰ متر



شکل ۲. نقشه‌های مورد استفاده در برآورد فرسایش خاک با مدل USLE در آبخیز سد یامچی

در هر یک از سناریوها نیز تعیین شد. جهت حذف اثر تغییرات کاربری اراضی در تغییرات رسوب مورد استفاده قرار گرفته است. مقدار متوسط فرسایش خاک محاسباتی در هر یک از کاربری/پوشش اراضی در سناریوهای مدیریتی آبخیز مورد مطالعه در جدول (۵) ارائه شده است.

براساس اطلاعات جدول (۵)، بالاترین مقدار فرسایش در اراضی مرتعی ضعیف و شیب زیاد بدست آمده است. نتایج مقایسه مقادیر فرسایش در هر یک از کاربری‌های اراضی به‌ازای سناریوهای مختلف مدیریتی در آبخیز سد یامچی در شکل (۳) نشان داده شده است.

نقشه فرسایش خاک سالانه (تن بر هکتار در سال) به‌ازای هر یک از سناریوهای مدیریتی در آبخیز سد یامچی به پنج

در هر یک از سناریوها نیز تعیین شد.

نتایج و بحث

نقشه‌های تهیه شده عوامل مورد استفاده در مدل USLE در حوضه آبخیز سد یامچی در شکل (۲-الف تا ۲-و) ارائه شده است. براساس محاسبات انجام شده، مقدار عامل فرساینده‌گی باران در منطقه مورد مطالعه برابر $10/2$ تن متر سانتی متر بر هکتار ساعت محاسبه شد.

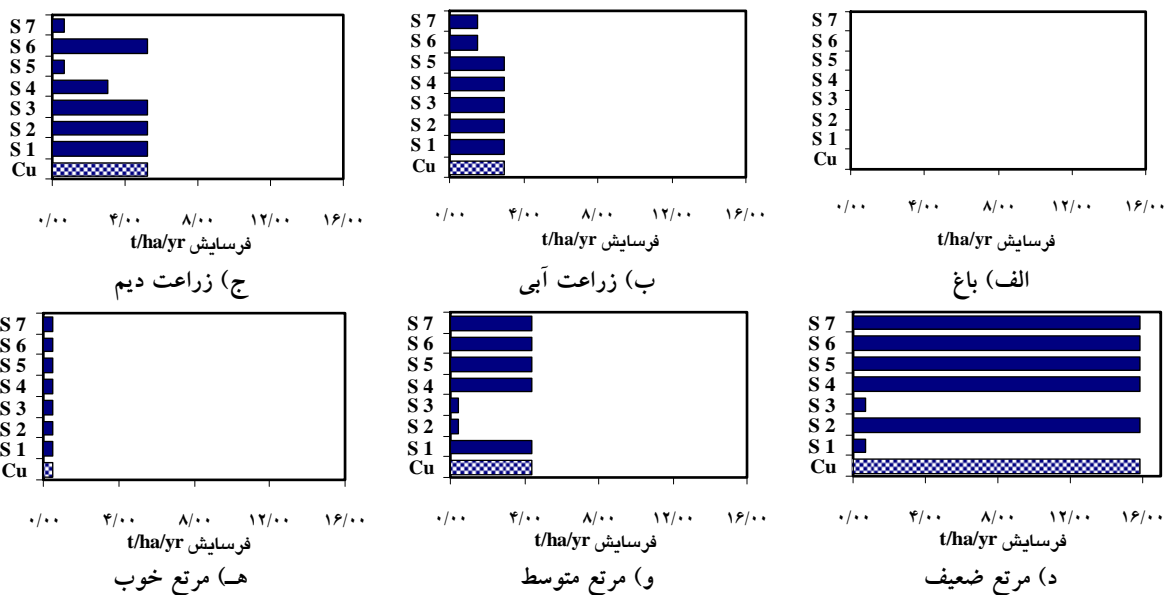
مقادیر رسوب تولیدی به تفکیک هر سال در حوضه آبخیز سد یامچی در جدول (۴) نشان داده شده است. قابل ذکر است در محاسبه مقدار رسوب مشاهداتی، داده‌های هفت سال اخیر به

جدول ۴. مقادیر رسوب تولیدی به تفکیک هر سال در حوضه آبخیز سد یامچی

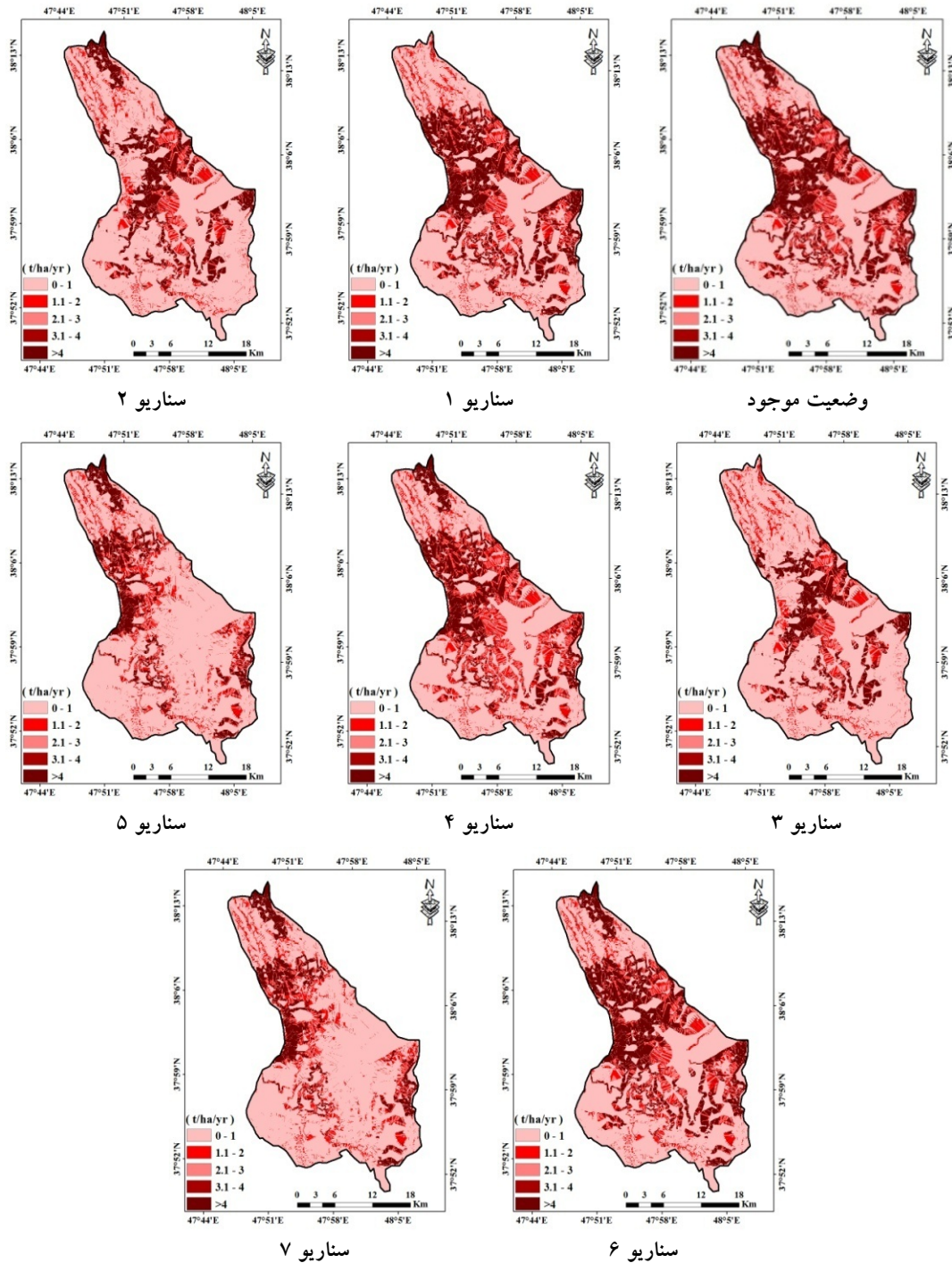
سال	مقدار رسوب (تن در سال)	مقدار رسوب ویژه (تن بر هکتار در سال)
۱۳۸۵	۲۴۱۸/۶۲	۰/۰۳۲
۱۳۸۶	۴۰۹۲/۸۱	۰/۰۵۴
۱۳۸۷	۲۳۵۸/۲۷	۰/۰۳۱
۱۳۸۸	۲۲۶۷/۲۳	۰/۰۳۰
۱۳۸۹	۳۰۷۷/۰۷	۰/۰۴۱
۱۳۹۰	۳۷۳۱/۵۱	۰/۰۴۹
۱۳۹۱	۴۴۰۵/۰۱	۰/۰۵۸
میانگین	۳۱۹۲/۹۳	۰/۰۳۷

جدول ۵. مقدار متوسط فرسایش خاک در هر یک از کاربری‌های اراضی در سناریوهای مدیریتی

سناریو	باغ	زراعت آبی	زراعت دیم	مرتع ضعیف	مرتع متوسط	مرتع خوب
وضعیت موجود	۰/۹۳	۲/۹۷	۵/۲۲	۱۵/۸۷	۴/۴۳	۰/۴۷
سناریوی ۱	۰/۰۹	۲/۹۷	۵/۲۲	۰/۶۷	۴/۴۳	۰/۴۷
سناریوی ۲	۰/۰۹	۲/۹۶	۵/۲۲	۱۵/۸۷	۰/۳۹	۰/۴۷
سناریوی ۳	۰/۰۹	۲/۹۶	۵/۲۲	۰/۶۷	۰/۳۹	۰/۴۷
سناریوی ۴	۰/۰۸	۲/۹۷	۳/۰۶	۱۵/۸۷	۴/۴۱	۰/۴۷
سناریوی ۵	۰/۰۶	۲/۹۷	۰/۶۳	۱۵/۸۶	۴/۴۰	۰/۴۷
سناریوی ۶	۰/۰۹	۱/۴۹	۵/۲۲	۱۵/۸۷	۴/۴۳	۰/۴۷
سناریوی ۷	۰/۰۶	۱/۴۹	۰/۶۳	۱۵/۸۶	۴/۴۰	۰/۴۷



شکل ۳. نتایج مقادیر فرسایش در هر یک از کاربری‌های اراضی به‌ازای سناریوهای مختلف مدیریتی در آبخیز سد یامچی



شکل ۴. نقشه‌های مقدار فرسایش خاک (تن بر هکتار در سال) در سناریوهای مختلف مدیریت پوشش گیاهی آبخیز سد یامچی

براساس نقشه سناریوی وضعیت موجود در شکل (۴)، مقادیر به‌دست آمده فرسایش خاک بین صفر تا ۶۲ تن بر هکتار

کلاس خطر فرسایش طبقه‌بندی شده و در شکل (۴) ارائه شده است.

جدول ۶. مقادیر فرسایش، رسوب ویژه و درصد کاهش فرسایش در سناریوهای مدیریت کاربری آبخیز سد یامچی

سناریو	توضیحات	فرسایش (t/ha/yr)	رسوب ویژه (t/ha/yr)	کاهش فرسایش (t/ha/yr)	کاهش فرسایش (%)
موجو	وضعیت موجود	۳/۹۲	۰/۳۰	۰/۰۰	۰/۰۰
۱	احیاء مرتع ضعیف	۳/۳۹	۰/۲۶	۰/۵۳	۱۳/۵۲
۲	احیا مرتع متوسط	۲/۹۷	۰/۲۲	۰/۹۵	۲۴/۲۳
۳	احیا مرتع ضعیف و متوسط	۲/۴۳	۰/۱۸	۱/۴۹	۳۸/۰۱
۴	تبدیل اراضی کم‌بازده و اراضی دیم شخم خورده به مرتع متوسط	۳/۰۴	۰/۲۳	۰/۸۸	۲۲/۴۵
۵	حفاظت خاک در اراضی دیم با کشت تراز- باقی گذاشتن بقایای گیاهی پس از برداشت	۲/۰۶	۰/۱۶	۱/۸۶	۴۷/۴۵
۶	حفاظت خاک در اراضی آبی با بقایای گیاهی	۳/۸۹	۰/۲۹	۰/۰۳	۰/۷۷
۷	حفاظت خاک در اراضی آبی و دیم	۲/۰۲	۰/۱۵	۱/۹۰	۴۸/۴۷

به این نتیجه رسید که در صورت امکان احیای مراتع ضعیف و متوسط و تبدیل آنها به مراتع خوب از طریق عملیات کودپاشی، بذریاشی و کپه‌کاری متناسب با امکانات و شرایط مراتع منطقه، می‌توان ضمن تقویت پوشش گیاهی برای اهداف دامداری به مقدار قابل توجهی (۳۸ درصد) از میزان فرسایش خاک است. البته اولویت‌بندی عملیات می‌تواند براساس شدت فرسایش در هر یک از کاربری‌ها و یا وسعت آنها برای انجام عملیات صورت گیرد.

نتیجه‌گیری

در این مطالعه از مدل USLE و رویکرد مبتنی بر سناریو به‌منظور پیش‌بینی اثرات عملیات مدیریت کاربری اراضی بر فرسایش خاک در آبخیز سد یامچی استان اردبیل استفاده شد. مقادیر فرسایش در وضعیت موجود و نیز هفت سناریوی مدیریتی برآورد شد و نتایج مورد تحلیل قرار گرفت. تمرکز اقدامات مدیریتی در اراضی با فرسایش شدید و مناطق بحرانی می‌تواند رویکرد مؤثری در کاهش رسوب خروجی از آبخیز باشد که با نتایج مششا و همکاران (۳۱) و کراتیک کومار و همکاران (۲۹) همخوانی دارد. با انجام عملیات حفاظتی در اراضی دیم و شیب‌دار از طریق حفظ بقایای گیاهی بعد از برداشت محصول دیم، می‌توان تنها با اجرای سناریوی ۵ (با

در سال متغیر است. بیشترین فرسایش در اراضی مرتعی پرشیب و اراضی کشاورزی دیم مشاهده می‌شود. در جدول (۶) مقادیر فرسایش، رسوب و درصد کاهش فرسایش پیش‌بینی شده با استفاده از مدل USLE در سناریوهای مدیریتی آبخیز سد یامچی ارائه شده است.

براساس نتایج (جدول ۶)، احیاء اراضی مرتعی (ضعیف و متوسط) به میزان ۱/۴۹ تن بر هکتار در سال مقدار فرسایش را کاهش می‌دهد. انجام عملیات حفاظت خاک در اراضی کشاورزی دیم باعث کاهش فرسایش به میزان ۱/۸۶ تن در هکتار در سال خواهد شد. براساس نتایج ارائه شده در (جدول ۶)، کم‌ترین مقدار کاهش فرسایش مربوط به حفاظت خاک در اراضی آبی با بقایای گیاهی است که در قالب سناریوی ۶ ارائه شده است. این در حالی است که بیشترین مقدار کاهش فرسایش در اثر اجرای عملیات مدیریتی مربوط به اجرای سناریوی ۷ (حفاظت خاک در اراضی آبی و دیم) می‌باشد. در این خصوص می‌توان به تأثیر وسعت کاربری اراضی دیم در مقایسه با سایر سناریوها اشاره نمود که بیان‌گر میزان بالای شدت فرسایش در اراضی دیم می‌باشد. قابل ذکر است که در سناریوی ۵، نیز تأثیر کاهش فرسایش قابل توجه است و در سناریوی ترکیبی ۷، این مقدار کاهش بیشتر خواهد بود. با تحلیل اثرات سناریوهای مدیریتی در کاهش فرسایش می‌توان

استفاده می‌نمایند، بنابراین لازمه اجرای عملیات مذکور در اراضی دیم، فراهم نمودن تمهیداتی در تأمین بخشی از هزینه‌های مذکور برای ترغیب کشاورزان از طریق پرداخت تسهیلات بلاعوض توسط سازمان‌های دولتی می‌باشد. اجرای برنامه‌های ترویجی به‌منظور آموزش کشاورزان در خصوص تأثیر مثبت عملیات کنترل فرسایش و خاک‌ورزی صحیح از مواردی است که باید در برنامه‌ریزی مشارکتی حفاظت خاک مورد توجه قرار گیرد. عملیات مدیریتی پیشنهادی می‌تواند با الگوی روش‌های سنتی و بومی در منطقه تلفیق و به‌کار گرفته شود که با اظهارات برایمونه و ولک در یک راستا می‌باشد (۲۰). در رویکرد مبتنی بر سناریو در محیط GIS علاوه بر شدت فرسایش، امکان برآورد تغییرات مکانی فرسایش و برنامه‌ریزی مدیریتی فراهم می‌گردد. نتایج پژوهش در برنامه‌ریزی طرح‌های کنترل فرسایش و رسوب در عرصه‌های طبیعی و توصیه روش‌های حفاظت خاک مفید خواهد بود.

کشت تراز و باقی گذاشتن بقایای گیاهی پس از برداشت) مقدار قابل توجهی از فرسایش را کاهش داد. در این راستا، شی و همکاران (۳۸) و بنزر (۱۷) نیز در مناطق مورد مطالعه خود به اهمیت فرسایش تولیدی از اراضی شیب‌دار و لخت اشاره نموده‌اند. انجام عملیات حفاظتی در اراضی کشاورزی دیم و کشت در جهت عمود بر شیب (سناریوی ۵)، باعث کاهش ۴۷ درصدی مقدار فرسایش می‌گردد. البته معمولاً سناریوهای ترکیبی چند فعالیت مدیریتی، تأثیر بیشتری بر کاهش میزان فرسایش دارند که با نتایج سعدالدین و همکاران (۳۶) در یک راستا است و مششا و همکاران (۳۱) نیز به نتایج مشابهی دست یافته‌اند. با توجه به این‌که شیب دامنه در اراضی کشاورزی دیم منطقه در حدود ۱۲ تا ۶۰ درصد است، اجرای شخم در جهت عمود بر شیب می‌تواند یکی از راهکارهای کنترل فرسایش در حوضه مورد مطالعه باشد. قابل ذکر است که کشاورزان منطقه به‌طور معمول از بقایای گیاهی زراعت دیم برای تعلیف دام

منابع مورد استفاده

۱. احمدی، ح. ۱۳۸۸. ژئومورفولوژی کاربردی (فرسایش آبی). چاپ ششم. انتشارات دانشگاه تهران، تهران.
۲. افسری، ر.، و ج. قدوسی. ۱۳۹۰. ارزیابی روش‌های مختلف تخمین نسبت تحویل رسوب (SDR) تحت شرایط آب و هوایی مختلف (مطالعه موردی: حوضه‌های آبخیز استان مرکزی). فصلنامه جغرافیای طبیعی ۴ (۱۲): ۱۱۸-۱۰۷.
۳. بابازاده، س.، م. ح. اسپهبد و ا. معتمد. ۱۳۸۹. بررسی‌های هیدروژئوشیمی اکیفر زیر مخزن سد یامچی اردبیل. فصلنامه زمین ۳: ۹۹-۱۱۳.
۴. پژوهش، م. م. گرجی، س. م. طاهری، ف. سرمیدیان، ج. محمدی و ح. صمدی بروجنی. ۱۳۹۰. اثر کاربری اراضی مختلف حوضه سد زاینده‌رود علیا در تولید رسوب با استفاده از GIS. مجله پژوهش آب ایران ۵ (۸): ۱۵۸-۱۴۲.
۵. ذبیحی، م.، س. ح. ر. صادقی و م. وفاخواه. ۱۳۹۴. تحلیل الگوهای مکانی عامل فرسایش باران در مقیاس‌های زمانی متفاوت در ایران. مهندسی و مدیریت آبخیز ۷ (۴): ۴۴۲-۴۵۹.
۶. رخبین، م.، ا. نوحه‌گر، ع. کمالی و م. حبیب‌اللهیان. ۱۳۹۳. برآورد میزان فرسایش و تولید رسوب در حوضه آبخیز لاور فین (استان هرمزگان) با استفاده از RS و GIS و مدل تجربی RUSLE. تحقیقات جغرافیایی ۲۹ (۳): ۸۹-۱۰۴.
۷. رفاهی، ح. ق. ۱۳۹۴. فرسایش آبی و کنترل آن. چاپ هفتم. انتشارات دانشگاه تهران، تهران.
۸. صفاری، ا.، ع. قناتی، ا. بهشتی جاوید، و ه. حسینی. ۱۳۹۲. برآورد و پهنه‌بندی رواناب ناشی از بارش‌های حداکثر ۲۴ ساعته با استفاده از روش SCN-CN (حوضه سد یامچی اردبیل). جغرافیا (فصلنامه بین‌المللی انجمن جغرافیای ایران) ۱۱ (۳۸): ۲۰۱-۲۱۷.

۹. صمدزاده، ر. م. خیام، و.ع. فاضلی. ۱۳۹۲. مدل سازی برآورد منطقه ای رسوب معلق در حوضه آبخیز دره رود اردبیل. جغرافیا و برنامه ریزی محیطی ۲۴(۳): ۱۵۳-۱۷۸.
۱۰. فاضل دولت آباد، م.ص. ۱۳۸۹. بررسی مسایل هیدروژئومورفولوژی بالادست سد یامچی با تأکید بر عوامل فرسایش خاک و تولید رسوب، پایان نامه کارشناسی ارشد جغرافیای طبیعی (گرایش ژئومورفولوژی)، دانشکده ادبیات. دانشگاه محقق اردبیلی.
۱۱. کالوندی، س. م.، س. ر. خدائیان، ب. قهرمان، ر. طهماسبی، و.ا. بوستانی. ۱۳۸۹. آنالیز روش های مختلف منحنی سنج در برآورد رسوب ورودی به سدها (مطالعه موردی: سد دوستی). مهندسی آبیاری و آب ۱۱(۱): ۲۰-۱۰.
۱۲. کویان، ع.، و.ع. صفری. ۱۳۹۰. تعیین مدل مناسب برای برآورد رسوبدهی با استفاده از روش های آماری، مطالعه موردی: حوضه آبخیز بابلرود. تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی ۱۳(۳۰): ۱۱۱-۱۳۰.
۱۳. نیک کامی، د.، و. م. ح. مهدیان. ۱۳۹۳. تهیه نقشه شاخص مناسب فرسایندهی باران کشور. مهندسی و مدیریت آبخیز ۶(۴): ۳۶۴-۳۷۶.

14. Alexandridis, T. K., A. M. Sotiropoulou, G. Bilas, N. Karapetsas and N. G. Silleos. 2015. The effects of seasonality in estimating the C-Factor of soil erosion studies, *Land Degrad Dev.* 26(6): 596-603.
15. Amsalu, T. and A. Mengaw. 2014. GIS based soil loss estimation using RUSLE model: The case of Jabi Tehinan Woreda, ANRS, Ethiopia, *Nat. Resour.* 5: 616-626.
16. Belasri, A. and A. Lakhouili. 2016. Estimation of soil erosion risk using the Universal Soil Loss Equation (USLE) and geo-Information technology in Oued El Makhazine Watershed, Morocco. *JGIS.* 8(1): 98.
17. Benzer, N. 2010. Using the geographical information system and remote sensing techniques for soil erosion assessment, *Polish J. Environ. Stud.* 19(5): 881-886.
18. Biard, F. and F. Baret. 1997. Crop Residue Estimation Multiband Reflectance, *Remote Sensing of Environment.* 59: 530-536.
19. Bonilla, C. A., J. L. Reyes and A. Magri. 2010. Water erosion prediction using the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE) in a GIS Framework, Central Chile, *Chilean J. Agri. Res.* 70(1): 159-169
20. Braimoh, A. K. and P. Vlek. 2008. *Land use and Soil Resources.* Springer,
21. Brath, A., A. Castellarin and A. Montanari. 2002. Assessing the effect of land-use changes on annual average gross erosion, *Hydrol Earth Sys. Sci.* 6(2): 255-265.
22. Dabral, P. P., N. Baithuri and A. Pandey. 2008. Soil erosion assessment in a hilly catchment of North Eastern India using USLE, GIS and Remote Sensing, *Water Resour. Manage.* 22(12): 1783-1798.
23. Dymond, J. R., H. D. Betts and Ch. Schierlitz. 2010. An erosion model for evaluating regional land-use scenarios, *Env. Model Softw.* 25(3): 289-298.
24. FAO, 1996. *Land husbandry – components and strategy,* FAO soil Bulletin.
25. Fathizad, H., H. Karimi and S. M. Alibakhshi. 2014. The estimation of erosion and sediment by using the RUSLE model and RS and GIS techniques (case study: arid and semi-arid regions of Doviraj, Ilam Province, Iran), *Int. J. Agri. Crop Sci.* 7(6): 304-314.
26. Ghosh, K., S. Kumar De, Sh. Bandyopadhyay, and S. Saha. 2013. Assessment of soil loss of the Dhalai River Basin, Tripura, India using USLE, *Int J Geosci.* 4 (1): 11-23.
27. Gregersen, H. M., P. F. Ffolliott and K. N. Brooks. 2007. *Integrated watershed management: connecting people to their land and water.* Cambridge University Press.
28. Gustafson, A. F. 2005. *Soil and Soil Management.* Jodhpur Agrobios Press, New Delhi.
29. Kartic Kumar, M., R. Annadurai and P. T. Ravichandran. 2014. Assessment of soil erosion susceptibility in Kothagiri Taluk using Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE) and geo-spatial technology, *Int. J. Sci. Res. Pub.* 4(10): 1-13.
30. Kuok, K. K., D. Y. S. Mah and P. C. Chiu. 2013. Evaluation of C and P factors in Universal Soil Loss Equation on trapping sediment: case study of Santubong River, *J. Water Resour. Prot.* 5: 1149-1154.
31. Meshesha, D. T., A. Tsunekawa, M. Tsubo and N. Haregeweyn. 2012. Dynamics and hotspots of soil erosion and management scenarios of the Central Rift Valley of Ethiopia, *J. Sediment Res.* 27(1): 84-99.
32. Olivares, B., K. Verbist, D. Lobo, R. Vargas and O. Silva. 2011. Evaluation of the USLE model to estimate water erosion in an ALFISOL, *J. Soil Sci. Plant Nutr.* 11(2): 71-85.
33. Paroissien, J. B., F. Darboux, A. Couturier, B. Devillers, F. Mouillot, D. Raclot and Y. Le Bissonnais. 2015. A method for modeling the effects of climate and land use changes on erosion and sustainability of soil in a

- Mediterranean watershed (Languedoc, France), *J. Environ. Manage.* 150: 57-68.
34. Prasannakumar, V., H. Vijith, S. Abinod and N. Geetha. 2011. Estimation of soil erosion risk within a small mountainous sub-watershed in Kerala, India, using Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE) and geoinformation technology. *Geosci. Frontiers* 3(2): 209-215.
 35. Sadeghi, S. H. R. and R. Mostafazadeh. 2016. Triple diagram models for changeability evaluation of precipitation and flow discharge for suspended sediment load in different time scales, *Env. Earth Sci.* 75(9): 1-12.
 36. Sadoddin, A., V. B. Sheikh, R. Mostafazadeh and M. Gh. Halili. 2010. Analysis of vegetation-based management scenarios using MCDM in the Ramian watershed, Iran, *Int. J. Plant Prod.* 4(1): 51-62.
 37. Schonbrodt, S., P. Saumer, T. Behrens, C. Seeber and T. Scholten. 2010. Assessing the USLE crop and management factor C for soil erosion modeling in a large mountainous watershed in Central China, *J. Earth Sci.* 21(6): 835-845.
 38. Shi, Z., C. Cai, S. Ding, Z. Li, T. Wang and Z. Sun. 2002. Assessment of erosion risk with RUSLE and GIS in the middle and lower reaches of Hanging River. 12th ISCO Conference, China.
 39. Simonneaux, V., A. Cheggour, C. Deschamps, F. Mouillot, O. Cerdan and Y. Le Bissonnais. 2015. Land use and climate change effects on soil erosion in a semi-arid mountainous watershed (High Atlas, Morocco), *J. Arid. Environ.* 122: 64-75.
 40. Wischmeier, W. H. and D. D. Smith. 1978. Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation planning. U.S. Department of Agriculture, Washington.

Effects of Land-use Management Scenarios on Soil Erosion Rate using GIS and USLE Model in Yamchi Dam Watershed, Ardabil

H. Talebi Khayavi¹, M. Zabihi² and R. Mostafazadeh^{3*}

(Received: Oct. 15-2015 ; Accepted: Oct. 03-2016)

Abstract

Effective soil conservation requires a framework modelling that can evaluate erosion for different land-use scenarios. The USLE model was used to predict the reaction of appropriate land-cover/land-use scenarios in reducing sediment yield at the upland watershed of Yamchi Dam (474 km²), West Ardabil Province, Iran. Beside existing scenario, seven other land-use management scenarios were determined considering pattern of land-use through study area within a GIS-framework. Then, data inputs were prepared using terrain data, land-use map and direct observations. According to the model results, the generated erosion amount was 3.92 t/ha/yr for the current land-use (baseline scenario). For this purpose, conservation practices in dry farming slopes and implementing the scenario 5 (contour farming and remaining crop residuals) can reduce the sediment to 2.02 t/ha/yr. The lowest and highest decreases in sediment yield are projected to be through implementation of scenario 6 (irrigated farming protection with plant residuals) and 7 (biological soil conservation in dry and irrigated farming). The results indicated that, implementing scenario frameworks and evaluating appropriate land-use management scenarios can lead to the reduction of sediment entering the reservoir, and prioritizing soil conservations in the studied area.

Keywords: Sediment yield, Soil conservation, Vegetation cover, Erosion modeling, Universal Soil Loss Equation.

1. Dept. of Soil Sci., Faculty of Agric., Tarbiat Modares Univ., Tehran, Iran.

2. Dept. of Watershed Manage. Eng., Faculty of Natural Resour., Tarbiat Modares Univ., Noor, Iran.

3. Dept. of Natural Resour., Faculty of Agric. and Natural Resour., Univ. of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.

*: Corresponding Author, Email: raofmostafazadeh@uma.ac.ir